

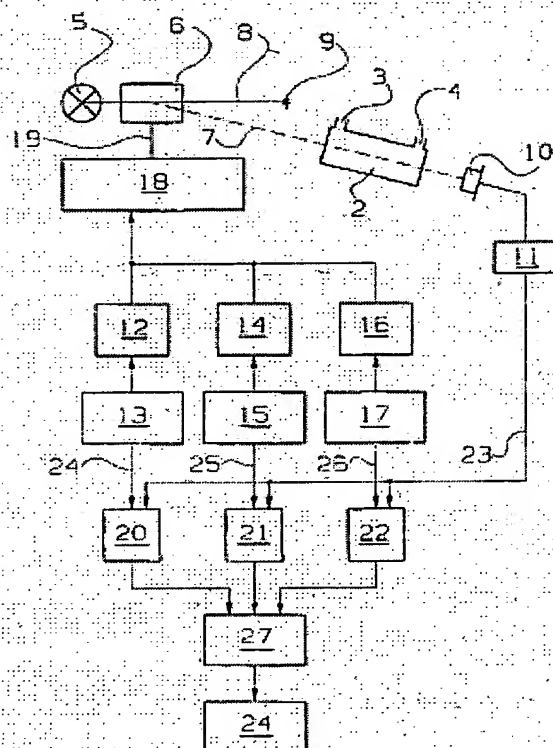
Tunable opto-acoustic gas analyzer includes several high frequency sources, modulators and lock-in amplifiers, enabling simultaneous detection and monitoring of several gases in e.g. anesthetic mixture

Publication number: DE19911325
Publication date: 2000-07-27
Inventor: KOCH EDMUND (DE); PETER GERD (DE)
Applicant: DRAEGERWERK AG (DE)
Classification:
- international: **G01N21/35; G01N21/31;** (IPC1-7):
G01N21/59; G01N21/61; G01N33/15;
G01N33/497; G02F1/11
- European: G01N21/35B
Application number: DE19991011325 19990315
Priority number(s): DE19991011325 19990315

Report a data error here

Abstract of DE19911325

A turnable opto-acoustic filter comprises a modulation input optical radiation source and measurement section for the gas sample. The tunable opto-acoustic filter (6) includes a modulation input (19), optical radiation source (5) and measurement section (2) for the gas sample. The beam passes through the filter system and is diffracted to the detector (10). High frequency sources (12, 14, 16) are connected to the modulation input. Each has its own low frequency modulator (13, 15, 17). Lock-in amplifiers (20, 21, 22) are allocated to respective high frequency sources; all being connected to the detector output (11). These amplifiers deliver the transmission measurement signals.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 199 11 325 C 1

⑳ Aktenzeichen: 199 11 325.4-52
㉑ Anmeldetag: 15. 3. 1999
㉒ Offenlegungstag: -
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 7. 2000

㉔ Int. Cl. 7:
G 01 N 21/59
G 01 N 33/15
G 01 N 33/497
G 02 F 1/11
G 01 N 21/61

DE 199 11 325 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

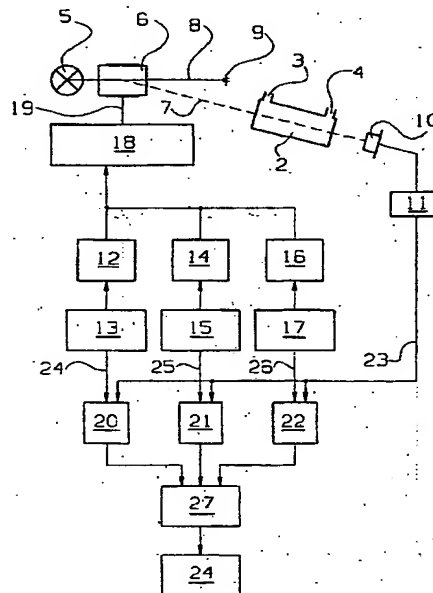
㉕ Patentinhaber:
Drägerwerk AG, 23558 Lübeck, DE

㉖ Erfinder:
Koch, Edmund, Dr., 23558 Lübeck, DE; Peter, Gerd,
Dr., 23562 Lübeck, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US : 51 20 961

㉘ Vorrichtung zur Analyse von mehreren Komponenten einer Gasprobe mittels akustooptisch durchstimmbarer Filter und deren Verwendung

㉙ Ein Gasanalysator zum Nachweis des Anteils verschiedener Gaskomponenten in einer Gasprobe soll derart verbessert werden, daß die zur Gasanalyse notwendigen Meßwellenlängen gleichzeitig verfügbar sind. Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Gasanalysator besteht aus einem akustooptisch durchstimbaren Filter (6) mit einem Modulationseingang (19), einer Strahlungsquelle (5), einer Meßstrecke (2), welche die zu analysierende Gasprobe enthält, und von den durch das Filter (6) abgebeugten Meßstrahlen (7) durchstrahlt wird, einem die Meßstrahlen (7) empfangenden Strahlungsdetektor (10), mehreren, mit dem Modulationseingang (19) verbundenen Hochfrequenzquellen (12, 14, 16) mit zugehörigen Niederfrequenzquellen (13, 15, 17) zur Frequenz- oder Amplitudenmodulation, mehreren LOCK-IN Verstärkern (20, 21, 22), welche den einzelnen Hochfrequenzquellen (12, 14, 16) zugeordnet sind und mit dem Strahlungsdetektor (11) in Wirkverbindung stehen und welche den Meßstrahlen (7) zugeordnete Transmission-Meßsignale liefern.



DE 199 11 325 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Analyse von mehreren Komponenten einer Gasprobe mittels akustooptisch durchstimmbarer Filter und deren Verwendung.

Akustooptisch durchstimbare Filter (acusto-optic tunable filter), im folgenden mit AOTF bezeichnet, werden als Ersatz von Filterrädern und Spektrometern in einigen Geräten eingesetzt. Wesentlicher Vorteil ist hier der Wegfall von mechanisch bewegten Teilen, die schnelle Durchstimmbarkeit und die Softwareadaptierbarkeit. Durch Anlegen einer geeigneten Hochfrequenz an ein AOTF wird aus weißem Licht ein bestimmter Wellenlängenbereich, der durch das Auflösungsvermögen des AOTF's gegeben ist, aus der Hauptstrahlrichtung (nullter Ordnung) abgelenkt. Plaziert man hinter dem AOTF eine Blende für den Hauptstrahl, so erhält man nur noch das abgelenkte, weitgehend monochromatische Licht, das sich über die Frequenz der an den Modulationseingang angelegten Hochfrequenz durchstimmen läßt. Durch Auswahl geeigneter Frequenzen kann jede Wellenlänge im Arbeitsbereich des AOTF's selektiert werden. Eine Dunkelphase läßt sich durch Abschalten der Hochfrequenz realisieren. Wie bei einem optischen Analysesystem mit einem Filterrad, lassen sich mittels des AOTF's verschiedene Wellenlängen abbeugen, die durch eine die zu untersuchende Gasprobe enthaltende Meßstrecke geschickt werden. Von den Wellenlängen, die für die Messung ausgewählt werden, muß mindestens eine von der zu messenden Substanz absorbiert werden und möglichst eine weitere Wellenlänge sollte möglichst wenig geschwächt werden. Aus dem Verhältnis der Transmissionen der Wellenlängen mit Absorption und ohne Absorption kann auf die Konzentration der zu analysierenden Gasprobe geschlossen werden. Die elektrische Durchstimmbarkeit des AOTF's gestattet ähnliche Meßaufbauten, wie sie aus der Laserdiodenspektroskopie bekannt sind. So kann eine Oberwelle der Modulationsfrequenz zur Messung und eine andere zur Wellenlängenstabilisierung verwendet werden. Mittels eines LOCK-IN Verstärkers, der sein Synchronisationssignal von der die Hochfrequenzquelle modulierenden Niederfrequenzquelle erhält, läßt sich aus dem vom Strahlungsdetektor gelieferten Spannungssignal das gewünschte Meßsignal phasenrichtig herausfiltern. Das Ausgangssignal des LOCK-IN Verstärkers ist bis auf einen geringen Gleichspannungsanteil proportional zur Konzentration der nachzuweisenden Gaskomponente. Ein Gasanalysator der genannten Art ist aus der US 5.120.961 bekannt geworden.

Nachteilig bei dem bekannten Gasanalysator ist, daß zum Nachweis verschiedenartiger Gaskomponenten der die Hochfrequenzquelle ansteuernde Frequenz-Synthesizer in der Lage sein muß, innerhalb sehr kurzer Zeit auf eine andere beliebige Frequenz bei hoher Frequenzstabilität zu springen. Darüber hinaus soll er kaum Seitenbänder und Oberwellen produzieren. Der verwendete LOCK-IN Verstärker muß außerdem derart ausgelegt sein, daß er sich schnell auf neue Frequenzen einschwingen kann, was einen erheblichen schaltungstechnischen Aufwand erfordert. Durch die im Zeitmultiplex ablaufende Messung ist die Ansteuerung des Frequenz-Synthesizers und die zugehörige Signalerfassung sehr kompliziert und eine sich zeitlich verändernde Zusammensetzung der zu untersuchenden Gasprobe ist kaum zu erfassen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der genannten Art und deren Verwendung derart zu verbessern, daß die zur Gasanalyse notwendigen Meßwellenlängen gleichzeitig verfügbar sind.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Vorteilhafte Verwendungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 4 angegeben.

Der Vorteil der Erfindung besteht im wesentlichen darin, daß durch Ansteuerung des akustooptisch durchstimbaren Filters mittels mehrerer, unabhängig voneinander arbeitenden Hochfrequenzquellen, die jeweils einen Meßstrahl aus dem Hauptstrahl abbeugen, eine simultane Analyse der Gasprobe möglich ist. Die Separation der Meßsignale geschieht mittels mehrerer LOCK-IN Verstärker, die jeweils einer Hochfrequenzquelle zugeordnet sind. Zwar sind gegenüber der bekannten Vorrichtung mehr Komponenten erforderlich, jedoch ist jede der Komponenten für sich sehr viel leichter zu realisieren. Die Detektion der Meßsignale mittels der LOCK-IN Verstärker kann auf der Grundfrequenz oder einer Oberwelle erfolgen.

So müssen die einzelnen Hochfrequenzquellen mit den zugehörigen Niederfrequenzquellen zwar auch frequenzstabil sein, sie werden aber nur in einem schmalen Frequenzbereich mit moderater Modulationsfrequenz eingesetzt. Als Modulationsarten eignen sich sowohl die Frequenz- als auch die Amplitudenmodulation.

Sofern der Strahlungsdetektor eine Bandbreite von einigen Kilohertz hat, können als Frequenzen der die Hochfrequenzquellen modulierenden Niederfrequenzquellen, zum Beispiel 510 Hertz, 580 Hertz und 650 Hertz, gewählt werden. Damit können die Tiefpässe der LOCK-IN Verstärker auf zirka 40 Millisekunden gesetzt werden, wodurch sich eine t_{90} -Zeit von ungefähr 100 Millisekunden ergibt. Die Zentralfrequenzen der Hochfrequenzquellen hängen sehr stark von der gewünschten Wellenlänge und der Bauart des AOTF's ab. Übliche Werte liegen zwischen 10 Megahertz und 100 Megahertz.

Die Normierung der Einzel-Transmissionssignale auf die Gesamttransmission läßt sich auf besonders einfache Weise durch Hinzufügen einer weiteren Hochfrequenzquelle lösen, die in ihrer Amplitude modulierbar ist. Die Zentralfrequenz dieser Hochfrequenzquelle sollte einer Wellenlänge entsprechen, die von keiner der Gaskomponenten in der Gasprobe absorbiert wird. Die Normierung auf die Gesamttransmission geschieht durch Division jedes der Ausgangssignale der LOCK-IN Verstärker durch das Ausgangssignal der Gesamttransmission. Diese Divisionen werden zweckmäßigerweise von einem Mikroprozessor ausgeführt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Figur dargestellt und im folgenden näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt ein Meßsystem 1 zur gasspektroskopischen Messung von zwei Gaskomponenten in einer Gasprobe, die sich in einer Meßküvette 2 befindet. Die Meßküvette 2, die einen Gaseinlaß 3 und einen Gasauslaß 4 besitzt, wird von einer Strahlungsquelle 5 mit vorgeschaltetem akustooptisch durchstimbaren Filter 6, im folgenden mit AOTF bezeichnet, durchstrahlt. Die von dem AOTF 6 abgelenkten Meßstrahlen 7 gelangen zur Meßküvette 2, während der Hauptstrahl 8 auf eine Blende 9 trifft. Hinter der Meßküvette 2 befindet sich ein Strahlungsdetektor 10, der eine aus den Meßstrahlen 7 resultierende Meßsignalspannung an einen Vorverstärker 11 abgibt. Zur Abbeugung der Meßstrahlen 7 aus dem Hauptstrahl 8 sind eine erste Hochfrequenzquelle 12 mit zugehöriger erster Niederfrequenzquelle 13, eine zweite Hochfrequenzquelle 14 mit zweiter Niederfrequenzquelle 15 und eine dritte Hochfrequenzquelle 16 mit zugehöriger dritter Niederfrequenzquelle 17 vorhanden. Die Hochfrequenzquellen 12, 14, 16 sind über einen Hochfrequenzverstärker 18 mit einem Modulationseingang 19 des AOTF 6 verbunden. Die Selektion der den Meßstrahlen 7 zugeordneten Transmissions-Meßsignale erfolgt mittels eines ersten LOCK-IN Verstärkers 20, eines zweiten LOCK-IN Verstärkers 21 und eines dritten LOCK-IN-Verstärkers

22, die einerseits über eine Signalleitung 23 mit dem Vorverstärker 11 und über Synchronisierungsleitungen 24, 25, 26 mit den Niederfrequenzquellen 13, 15, 17 verbunden sind. Die Ausgangssignale der LOCK-IN Verstärker 20, 21, 22 werden von einem Mikroprozessor 27 verarbeitet und die gemessenen Gaskonzentrationen über eine Anzeigeeinheit 24 ausgegeben. Die Zentralfrequenzen der Hochfrequenzquellen 12, 14 sind derart eingestellt, daß sie jeweils von einer nachzuweisenden Gaskomponente absorbiert werden; im vorliegenden Fall sollen zwei Gaskomponenten nachgewiesen werden. Die Zentralfrequenz der dritten Hochfrequenzquelle 16 ist so eingestellt, daß sie von keiner der Gaskomponenten absorbiert wird. Somit kann das Ausgangssignal des der dritten Hochfrequenzquelle 16 zugeordneten dritten LOCK-IN Verstärkers 22 zur Normierung der Ausgangssignale des ersten LOCK-IN Verstärkers 20 und des zweiten LOCK-IN Verstärkers 21 benutzt werden. Diese Normierung, die in bekannter Weise durch Quotientenbildung erfolgt, wird im Mikroprozessor 27 vorgenommen. Der Vorteil der Auswertung mittels der LOCK-IN Verstärker 20, 21, 22 besteht darin, daß man das immer vorhandene 1/f-Rauschen des Strahlungsempfängers vermindert, indem man zu genügend hohen Modulationsfrequenzen greift.

Das bei der Meßvorrichtung 1 realisierte Meßkonzept der simultanen Messung von unterschiedlichen Gaskomponenten, ermöglicht eine einfache und zeitunkritische Meßwertfassung. Eine Obergrenze der Anzahl der nachzuweisenden Gaskomponenten ist nur durch die vom AOTF 6 dissipierbare Hochfrequenzleistung gegeben.

Die erfindungsgemäße Meßvorrichtung 1 läßt sich besonders vorteilhaft für Anästhesiegasmessungen einsetzen, wie zum Beispiel zur simultanen Bestimmung von Halothan- und Kohlendioxidkonzentrationen. Die Zentralfrequenzen der Hochfrequenzquellen 12, 14 werden dabei zunächst auf Wellenlängen eingestellt, die jeweils der maximalen Absorption von Halothan und Kohlendioxid entsprechen. Der von den Niederfrequenzquellen 13, 15, 17 erzeugte Frequenzhub beträgt etwa 4 Prozent der Zentralfrequenz. Detektiert wurde bei der zweiten Harmonischen der Modulationsfrequenz, die der zweiten Ableitung des Meßsignales entspricht.

Mit der Meßvorrichtung 1 wurden Halothan-Konzentrationen zwischen 0,5 Vol.-% und 4 Vol.-% in Anwesenheit eines Kohlendioxid-Anteils von etwa 3 Vol.-% gemessen. Dabei konnte eine Meßunsicherheit von deutlich unter 0,1 Vol.-% Halothan erreicht werden. Weiter ergab sich ein geringer Einfluß der Temperatur auf das Meßergebnis. So führte eine Erhöhung der Temperatur von 37° Celsius auf 65° Celsius zur Verschiebung des Transmissionspeaks um nur wenige Nanometer. Demgegenüber ist man bei einem Gasanalysator mit Filterrädern gezwungen, mit der Messung zu warten, bis sich das System auf die gewählte Meßtemperatur stabilisiert hat. Die erfindungsgemäße Meßvorrichtung 1 läßt sich auch zum Nachweis von Alkohol und Azeton in der Ausatemluft einsetzen, da ähnliche Wellenlängen zur Absorptionsmessung benutzt werden wie bei den Anästhesiegasen.

Patentansprüche

1. Gasanalysator zum Nachweis des Anteils verschiedener Gaskomponenten in einer Gasprobe, bestehend aus
 - einem akustooptisch durchstimbaren Filter (6) mit einem Modulationseingang (19);
 - einer Strahlungsquelle (5),
 - einer Meßstrecke (2), welche die zu analysierende Gas-

probe enthält und von den durch das Filter (6) abgelenkten Meßstrahlen (7) durchstrahlt wird, einem die Meßstrahlen (7) empfangenden Strahlungsdetektor (10),

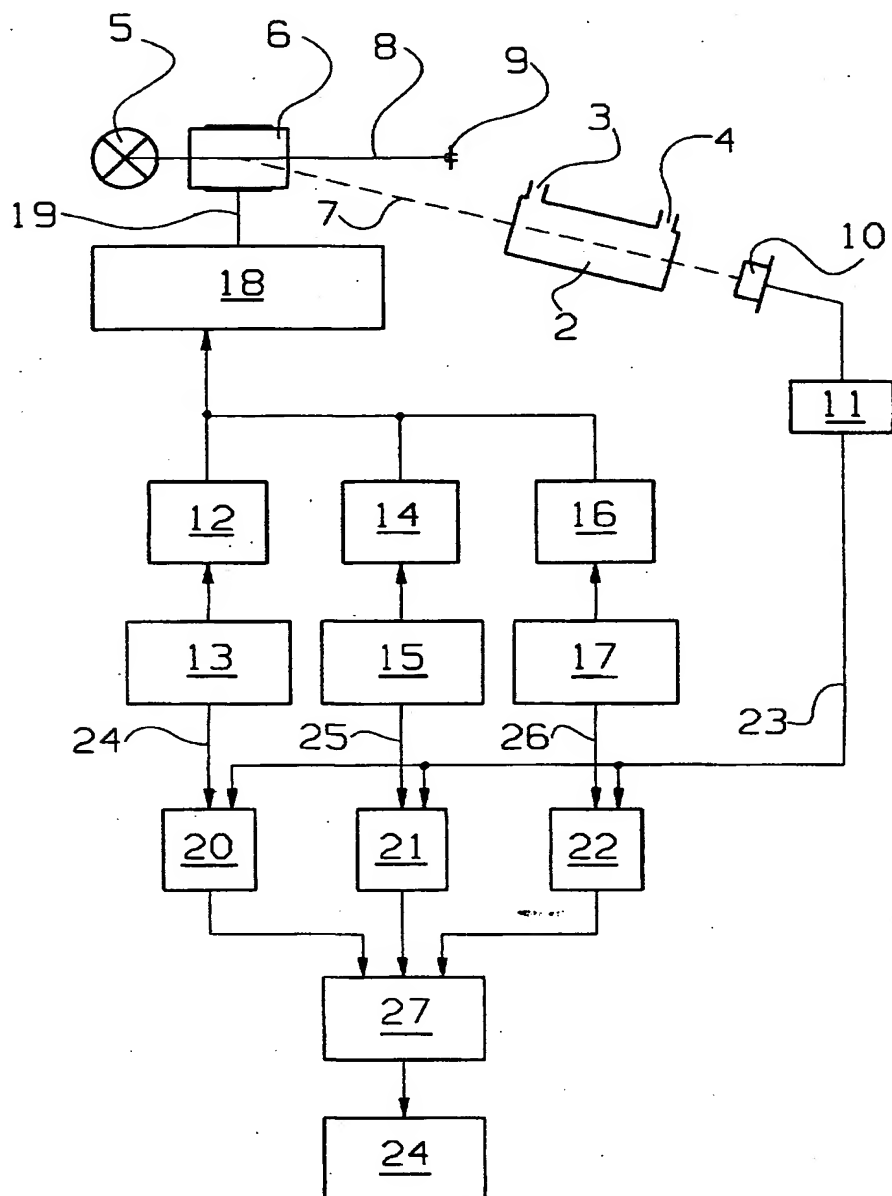
mehreren mit dem Modulationseingang (19) verbundenen Hochfrequenzquellen (12, 14, 16) mit zugehörigen Niederfrequenzquellen (13, 15, 17) zur Modulation der Hochfrequenzquellen (12, 14, 16), mehreren LOCK-IN Verstärkern (20, 21, 22), welche den einzelnen Hochfrequenzquellen (12, 14, 16) zugeordnet sind und mit dem Strahlungsdetektor (11) in Wirkverbindung stehen und welche den Meßstrahlen (7) zugeordnete Transmissions-Meßsignale liefern.

2. Verwendung eines Gasanalysators nach Anspruch 1 zum simultanen Nachweis von Gaskomponenten in einem Atemgasgemisch.

3. Verwendung eines Gasanalysators nach Anspruch 1 zum simultanen Nachweis eines gasförmigen Inhalationsanästhetikums, Lachgas (N_2O), und Kohlendioxyd.

4. Verwendung eines Gasanalysators nach Anspruch 1 zum Nachweis von Alkohol im Atemgas.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



1